

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-094230

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

B23C 5/16

B23B 27/14

C23C 14/06

C23C 16/36

C23C 16/40

(21)Application number : 2001-289960

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 21.09.2001

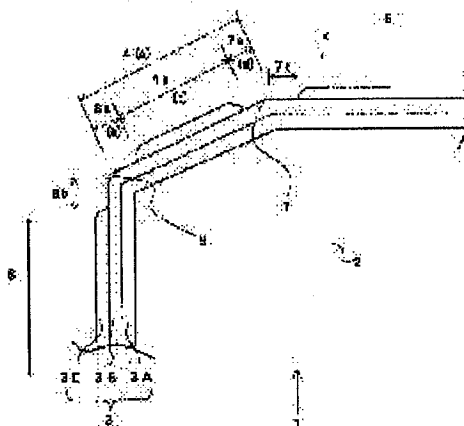
(72)Inventor : TAKANASHI TOMOHIRO
IKEGAYA AKIHIKO

(54) MILLING CUTTER FOR ADHESIVE MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a milling cutter for adhesive materials having an improved tool life and achieving high precision surface roughness by preventing progress of wear and hardly allowing fusion and adhesion to occur.

SOLUTION: In the milling cutter 1 for adhesive materials which has a hard coating layer 3 on a base material 2, the base material 2 is composed of a bond phase including one or more iron group metals, and a hard phase including one or more compounds selected from the groups consisting of carbide, nitride and oxide of elements of groups IVa, Va, VIa in the periodic table, Al and Si, and their solid solutions, and a cutting edge ridge 4 is provided with a chamfer honing part of which the outermost layer is partially different from a hard coating layer 3. The outermost layer in the central part 4a of the chamfer honing part is a titanium compound layer or a zirconium compound layer, and the outermost layer in a first region 7a including a rake face side boundary region 7 and a second region 8a including a flank side boundary region 8 is an aluminum oxide layer.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-94230

(P2003-94230A)

(43) 公開日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
B 2 3 C 5/16		B 2 3 C 5/16	3 C 0 4 6
B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14	C 4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/06		C 2 3 C 14/06	P 4 K 0 3 0
16/36		16/36	
16/40		16/40	
審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-289960(P2001-289960)

(22) 出願日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 高梨 智裕

兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 池ヶ谷 明彦

兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100100147

弁理士 山野 宏 (外1名)

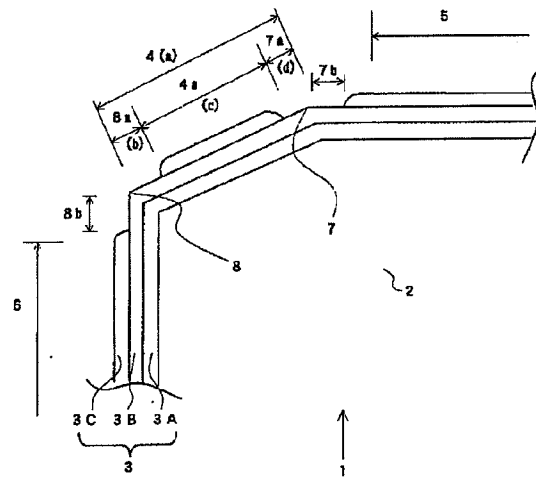
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粘質材用ミーリング工具

(57) 【要約】

【課題】 溶着や凝着が生じにくく、かつ摩耗の進行を防止することで工具寿命がより長く、高精度の仕上げ面粗さが得られる粘質材用ミーリング工具を提供する。

【解決手段】 基材2上に硬質被膜層3を具える粘質材用ミーリング工具1において、この基材2は、1種類以上の鉄族金属を含む結合相と、周期律表IVa、Va、VIa族の元素及びAl、Siの炭化物、窒化物、酸化物およびそれらの固溶体よりなる群から選択される1種類以上の化合物を含む硬質相とからなり、刃先稜線部4には、チャンファーホーニング部を有し、硬質被膜層3のうち、チャンファーホーニング部の最外層が部分的に異なる。チャンファーホーニング部の中央部4aの最外層をチタン化合物層又はジルコニウム化合物層、すくい面側境界部7を含む第一領域7a及び逃げ面側境界部8を含む第二領域8aの最外層を酸化アルミニウムとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材上に硬質被膜層を具える粘質材用ミーリング工具において、
前記基材は、1種類以上の鉄族金属を含む結合相と、周期律表IVa、Va、VIa族の元素及びAl、Siの炭化物、窒化物、酸化物およびそれらの固溶体よりなる群から選択される1種類以上の化合物を含む硬質相とからなり、
刃先稜線部には、チャンファークーニング部を有し、
前記硬質被膜層のうち、チャンファークーニング部の最外層が部分的に異なることを特徴とする粘質材用ミー

10 リング工具。
【請求項2】 硬質被膜層のうちチャンファークーニング部は、中央部と、この中央部の両側に位置しすくい面側境界部を含む第一領域、及び逃げ面側境界部を含む第二領域とを具え、
前記第一領域及び第二領域の少なくとも一方の最外層は酸化アルミニウム層であり、
前記中央部の最外層は $TiC_xN_yO_{1-x-y}$ 又は $ZrC_xN_yO_{1-x-y}$ ($0 \leq x, y, x+y \leq 1$)層であり、
 $0 \leq b < 1/2a$, $0 \leq d < 1/2a$, $0.2 \leq c/a < 1$ を満たすことを
特徴とする請求項1に記載の粘質材用ミーリング工具。
但し、aは硬質被膜層のうちチャンファークーニング部における幅、cは中央部の幅、b、dはそれぞれ第一、第二領域の幅とする。

【請求項3】 酸化アルミニウム層が実質的に α 型酸化アルミニウムで構成され、厚さが $0.5 \sim 15 \mu m$ であることを特徴とする請求項2に記載の粘質材用ミーリング工具。

【請求項4】 硬質被膜層のうち、チャンファークーニング部と、刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面
30 にかけて少なくとも $200 \mu m$ 以上の範囲及び刃先稜線部の逃げ面側境界から逃げ面にかけて少なくとも $50 \mu m$ 以上の範囲の少なくとも一方とが、表面粗さ(R_{max}) $0.20 \mu m$ 以下(基準長さ $5 \mu m$ とする)であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の粘質材用ミーリング工具。

【請求項5】 硬質被膜層のうち、すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面の少なくとも一方は、 $Ti(C_xB_yN_zO_w)$ ($w+x+y+z=1$, $w, x, y, z \geq 0$)の少なくとも1層からなる内層と、 $TiC_xN_yO_{1-x-y}$ 又は $ZrC_xN_yO_{1-x-y}$ ($0 \leq x, y, x+y \leq 1$)層の少なくとも1層からなる外層と、酸化アルミニウム層からなる中間層とを有し、合計厚さが $2 \sim 20 \mu m$ であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の粘質材用ミーリング工具。

【請求項6】 硬質被膜層のうち、内層の少なくとも1層が柱状晶組織を有する炭窒化チタンからなり、厚さが $1 \sim 18 \mu m$ であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の粘質材用ミーリング工具。

【請求項7】 硬質被膜層のうち、基材と接する最内層が粒状組織を有する窒化チタンからなり、厚さが $0.2 \sim 3 \mu m$ であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記

載の粘質材用ミーリング工具。

【請求項8】 チャンファークーニング部は、すくい面側境界部から逃げ面側境界部間の幅が $0.05 \sim 0.5 mm$ であり、クーニング角度がすくい面に対して $5 \sim 40^\circ$ であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の粘質材用ミーリング工具。

【請求項9】 チャンファークーニング部は、すくい面側及び逃げ面側の少なくとも一方のエッジを円弧状とした複合クーニングであることを特徴とする請求項8に記載の粘質材用ミーリング工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、焼入れ前の金型鋼などの粘質材にフライス加工を行う際、特に、耐溶着性及び耐摩耗性に優れることで工具寿命が長く、高精度の加工面粗さが得られる粘質材用ミーリング工具に関する。

【0002】

【従来の技術】 フライス加工を行うミーリング工具において、従来、WC基超硬合金やサーメットからなる基材の表面に炭化チタン、窒化チタン、炭窒化チタン、酸化アルミニウムなどを蒸着させて硬質被膜層を施すことで、耐摩耗性を向上させ、工具寿命を向上させることが行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来のミーリング工具では、特に、ロックウェル硬さ $HRC=40$ 未満の比較的低硬度である焼入れ前の金型鋼や合金鋼などの粘質材をフライス加工する場合、加工中に工具表面に溶着や凝着が発生し易い。そのため、加工中にこれら溶着物や凝着物が工具表面に対して着脱を繰り返すことで、硬質被膜層の剥離や破壊による摩耗、欠損が進行して炭素鋼などをフライス加工する場合に比べて、工具寿命が短いという問題がある。

【0004】 また、近年、環境問題から切削油を用いない乾式加工が増加している。しかし、乾式加工では、切削油の潤滑効果が得られないため、工具表面に被削材が溶着や凝着し易く、工具寿命が低下したり、仕上げ面粗さが悪化するなどという問題もある。

【0005】 そこで、特許第2105396号(特公平7-73802号)公報には、刃先稜線部及びその近傍の硬質被膜層の表面粗さを規定することで、局所的損傷を防止することが記載されている。また、特許第2825693号(特開平5-57507号)公報には、刃先稜線部からすくい面側及び逃げ面側にかけての硬質被膜層の表面を機械的に研磨し、刃先部に酸化アルミニウムを露出させることで耐溶着性を向上させることが記載されている。更に、特許第3006453号(特開平8-11005号)公報には、刃先稜線部の酸化アルミニウム膜を部分的に、又は全域に亘って除去することで溶着による膜の剥離や欠損を抑制することが記載され

ている。

【0006】しかし、これらの技術では、比較的低硬度である焼入れ前の金型鋼や合金鋼などの粘質材のように工具の硬質被膜層の成分と反応して溶着や凝着を起こし易い被削材をフライス加工する場合、工具寿命の低下を抑えるのには十分でない。

【0007】また、溶着物や凝着物により被削材表面の粗さが悪化するため、高い加工精度が要求される仕上げ加工においては、所望の仕上げ面粗さが得られないなどの問題もある。

【0008】そこで、本発明は、溶着や凝着が生じにくく、かつ摩耗の進行を防止することで工具寿命がより長く、高精度の仕上げ面粗さが得られる粘質材用ミーリング工具を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明粘質材用ミーリング工具は、基材上に硬質被膜層を具える粘質材用ミーリング工具において、前記基材は、1種類以上の鉄族金属を含む結合相と、周期律表IVa、Va、VIa族の元素及びAl、Siの炭化物、窒化物、酸化物およびそれらの固溶体よりなる群から選択される1種類以上の化合物を含む硬質相とからなり、刃先稜線部にはチャンファークーニング部を有し、前記硬質被膜層のうち、チャンファークーニング部の最外層が部分的に異なることを特徴とする。

【0010】本発明は、以下の知見に基づくものである。

(1) 溶着や凝着の発生を抑制するためには、フライス加工中の切削抵抗を低減する必要がある。この切削抵抗を低減するには、刃先稜線部にチャンファークーニング部を施すことが有効である。

【0011】(2) チャンファークーニング部を有するミーリング工具において溶着や凝着は、チャンファークーニング部内のすくい面側境界部付近及び逃げ面側境界部付近の二ヶ所で発生し易い。

【0012】(3) 工具において使用した箇所(コーナー)の識別を容易にするために、通常、硬質被膜層の最外層としてチタン化合物層又はジルコニウム化合物層を用い、着色している。しかし、これらの化合物は、被削材の成分と反応して工具表面に溶着や凝着が発生し易い。

【0013】(4) 硬質被膜層の最外層としてチタン化合物層又はジルコニウム化合物層以外の別の成分からなる層を具える場合、溶着や凝着が発生し易いすくい面側境界部付近及び逃げ面側境界部付近の二ヶ所において溶着や凝着の抑制に効果がある。しかし、チャンファークーニング部内においてすくい面側境界部付近及び逃げ面側境界部付近の二ヶ所以外の場合では、耐摩耗性が低下する。一方、酸化アルミニウム層は、溶着や凝着の防止に効果がある。

【0014】そこで、本発明は、上記(1)～(4)の知見に

基づき、硬質被膜層のうち、チャンファークーニング部内において溶着や凝着が発生し易い領域の最外層と、摩耗が進行し易い領域の最外層とが異なる構成である。この構成により、本発明は、溶着や凝着を防止することに併せて摩耗の進行をも防止することで工具寿命を長くできると共に、より平滑な仕上げ面粗さを得ることができる。特に、本発明は、比較的低硬度の焼入れ前の金型鋼や合金鋼などの粘質材のフライス加工において、長期に亘り優れた工具性能と、高精度の仕上げ面粗さとを得ることができる。

【0015】以下、本発明を詳しく説明する。本発明粘質材用ミーリング工具において、硬質被膜層のうちチャンファークーニング部は、中央部と、この中央部の両側に位置しすくい面側境界部を含む第一、及び逃げ面側境界部を含む第二領域とを具え、第一領域及び第二領域の少なくとも一方の最外層は酸化アルミニウム層であり、中央部の最外層は TiC, N, O_{1-x} 、又は ZrC, N, O_{1-x} ($0 \leq x, y, x+y \leq 1$)層であることが好ましい。即ち、硬質被膜層のうちチャンファークーニング部において、溶着や凝着が生じ易いすくい面側境界部付近及び逃げ面側境界部付近の領域(第一、二領域)の最外層を酸化アルミニウム層とし、摩耗が進行し易い領域(中央部)の最外層をチタン化合物層又はジルコニウム化合物層とする。このとき、aを硬質被膜層のうちチャンファークーニング部における幅、cを中央部の幅、b、dをそれぞれ第一、第二領域の幅とすると、 $0 \leq b < 1/2a$ 、 $0 \leq d < 1/2a$ 、 $0.2 \leq c/a < 1$ を満たすものとする。 $b < 1/2a$ 、 $d < 1/2a$ 、 $0.2 \leq c/a$ とするのは、 $b \geq 1/2a$ 、 $d \geq 1/2a$ 、 $c/a < 0.2$ とすると、最外層がチタン化合物層又はジルコニウム化合物層である範囲が小さく、摩耗の進行を抑制しにくいからである。

【0016】なお、すくい面側境界部を介して第一領域とすくい面側の平滑面と繋がる領域、及び逃げ面側境界部を介して第二領域と逃げ面側の平滑面と繋がる領域も、第一、第二領域と同様に最外層を酸化アルミニウム層とすることが好ましい。このとき、前者の領域の範囲は、すくい面境界部からすくい面側の平滑面に向かって0.5mm以下、後者の領域の範囲は、逃げ面境界部から逃げ面側の平滑面に向かって0.1mm以下が好ましい。この範囲を超えても、溶着や凝着の防止に対する効果の上昇は見られないからである。

【0017】上記酸化アルミニウム層は、実質的に α 型酸化アルミニウムで構成されることが好ましい。 α 型酸化アルミニウムは、高温安定型の結晶構造で強度、耐熱性が高い。そのため、膜自体の強度を高くすることができ、被削材と直接接する部分の最外層に有効だからである。また、膜自体の強度を向上させることで、引いては、工具の強度も向上できる。

【0018】 α 型酸化アルミニウム層の厚さは、0.5～1.5 μm であることが好ましい。厚さが0.5 μm 未満であると上記 α 型酸化アルミニウムの効果がでず、膜の強度を向

上することが難しく、 $15\mu\text{m}$ を超えると膜中の引張応力の増大によって膜の強度が低下するためである。

【0019】このような α 型酸化アルミニウム層は、公知の方法によって形成することができる。

【0020】上記 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ 又は $\text{ZrC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ ($0 \leq x, y, x+y \leq 1$)層において x, y は、成膜の際の条件を変化させることにより変えることができ、物理的蒸着法(PVD)や化学的蒸着法(CVD)などの公知の方法により行うとよい。

【0021】硬質被膜層のうちチャンファーマーホーニング部と、刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけて少なくとも $200\mu\text{m}$ 以上の範囲及び刃先稜線部の逃げ面側境界から逃げ面にかけて少なくとも $50\mu\text{m}$ 以上の範囲の少なくとも一方とが、表面粗さ(R_{max}) $0.20\mu\text{m}$ 以下(基準長さ $5\mu\text{m}$ とする)であることが望ましい。

【0022】硬質被膜層のうち、チャンファーマーホーニング部の表面粗さ(R_{max})を $0.20\mu\text{m}$ 以下とするのは、 $0.20\mu\text{m}$ を超えると表面の凹凸部に溶着や凝着が生じ易くなるからである。

【0023】刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけて少なくとも $200\mu\text{m}$ までの範囲では、切り屑の擦過によるクレーター摩耗が発生することがある。そこで、本発明では、少なくともこの範囲を平滑化することで、切り屑の流れをスムーズにしてクレーター摩耗を抑制し、クレーター摩耗による工具の損傷を改善する。このとき、表面粗さ(R_{max})を $0.20\mu\text{m}$ 以下とする範囲は、被削材や切削条件に応じて適宜広くするとよいが、刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけて $500\mu\text{m}$ までの範囲とすることがより望ましい。

【0024】刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけて少なくとも $50\mu\text{m}$ までの範囲では、硬質被膜層のマイクロチップングに伴う切り屑の溶着による異常摩耗が進行することがある。また、硬質被膜層の表面の凹凸や付着した溶着物などが被削材に転写され被削材の仕上げ面粗さを悪化させることもある。そこで、本発明では、少なくともこの範囲を平滑化することで、異常摩耗の抑制や仕上げ面粗さを向上させる。表面粗さ(R_{max})を $0.20\mu\text{m}$ 以下とする範囲は、被削材や切削条件に応じて適宜広くするとよいが、刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけて $200\mu\text{m}$ までの範囲とすることがより望ましい。

【0025】表面粗さ(R_{max})を基準長さ $5\mu\text{m}$ において最大高さ $0.20\mu\text{m}$ 以下としたのは、 $0.20\mu\text{m}$ より大きければ上記の所望の効果が得られないためであり、 $0.20\mu\text{m}$ より小さければ小さいほど好ましい。

【0026】表面粗さ(R_{max})の測定方法は、例えば、走査型電子顕微鏡写真による硬質被膜層の断面から観察することにより行えばよい。

【0027】上記所定の表面粗さに制御する方法として、例えば、バフ、ブラシ、パレルや弾性砥石などによ

る研磨が好ましい。この他、マイクロブラスト、イオンビーム照射による表面改質も適用できる。

【0028】硬質被膜層のうち、すくい面側境界部付近を除くすくい面及び逃げ面側境界部付近を除く逃げ面の少なくとも一方は、 $\text{Ti}(\text{C}_w\text{B}_x\text{N}_y\text{O}_z)$ ($w+x+y+z=1, w, x, y, z \geq 0$)の少なくとも1層からなる内層と、 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ 又は $\text{ZrC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ ($0 \leq x, y, x+y \leq 1$)層の少なくとも1層からなる外層と、酸化アルミニウム層からなる中間層とを有することが望ましい。このとき、合計厚さは $2 \sim 20\mu\text{m}$ とすることが好ましい。

【0029】内層を硬度が高くこすり摩耗に強い $\text{Ti}(\text{C}_w\text{B}_x\text{N}_y\text{O}_z)$ ($w+x+y+z=1, w, x, y, z \geq 0$)の少なくとも1層から形成することで、高い耐摩耗性を得ることができる。また、中間層を酸化アルミニウム層とすることで、内層の $\text{Ti}(\text{C}_w\text{B}_x\text{N}_y\text{O}_z)$ 層を溶着や凝着から保護することができる。

【0030】ここで、酸化アルミニウムを硬質被膜層の最外層に全面的に配置すると、切削加工現場において使用済みの箇所(コーナー)が識別困難であるという問題がある。このような問題を解決するために、酸化アルミニウム層の上に識別層として $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ 或いは $\text{ZrC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)層のうち少なくとも1層を外層、特に最外層として、着色することが好ましい。

【0031】すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面の少なくとも一方に施す上記硬質被膜層の合計厚さは $2 \sim 20\mu\text{m}$ であることが望ましい。厚さが $2\mu\text{m}$ 未満であると耐摩耗性が不足し、 $20\mu\text{m}$ を超えると硬質被膜層の強度が低下してチップングや欠損が生じ易くなり、このチップングに伴って溶着や凝着が起こり易くなるためである。

【0032】硬質被膜層において内層の少なくとも1層は、柱状晶組織を有する炭窒化チタンからなることが好ましい。このとき、硬質被膜層は、耐チップング性と耐摩耗性とを両立することができる。特に、断続切削や部品加工などの切削加工において、中間層や外層による内層の破壊を防止しつつ、高い摩耗性を得ることができる。例えば、中間層として酸化アルミニウム層を具える場合、酸化アルミニウム層から受ける損傷を防ぐことができる。

【0033】この炭窒化チタン層の厚さは、 $1 \sim 18\mu\text{m}$ であることが望ましい。厚さが $1\mu\text{m}$ 未満であると耐摩耗性が低下し、 $18\mu\text{m}$ を超えると膜の強度が低下するためである。

【0034】硬質被膜層のうち、基材と接する最内層は、基材との密着強度が高い粒状組織を有する窒化チタンからなることが好ましい。このとき、内層と基材との密着強度を改善することで、更に工具の性能を向上させることができる。

【0035】この窒化チタン層の厚さは、 $0.2 \sim 3\mu\text{m}$ で

あることが好ましい。厚さが $0.2\mu\text{m}$ 未満であると、膜における密着強度の改善の効果が少なく、 $3\mu\text{m}$ を超えると、耐摩耗性が低下するからである。

【0036】このような硬質被膜層の形成には、公知の物理的蒸着法(PVD)や化学的蒸着法(CVD)を利用するとよい。

【0037】チャンファーマーホーニング部は、すくい面側からみてすくい面側境界部から逃げ面側境界部間の幅が $0.05\sim 0.5\text{mm}$ であり、ホーニング角度がすくい面に対して $5\sim 40^\circ$ であることが望ましい。

【0038】すくい面側境界部から逃げ面側境界部間の幅が 0.05mm 未満又はホーニング角度が 5° 未満であると、フライス加工において刃先の強度が不足し、チップングや欠損が発生し易くなるからである。同幅が 0.5mm より大きい又はホーニング角度が 40° より大きいと、切削抵抗が大きくなり過ぎて、チップングの抑制などの効果が得られないためである。また、チャンファーマーホーニング部は、すくい面側及び逃げ面側の少なくとも一方のエッジを円弧状とした複合ホーニングとしてもよい。

【0039】本発明粘質材用ミーリング工具は、ロックウェル硬さ $HRC=40$ 未満の比較的低硬度である焼入れ前の金型鋼や合金鋼などをフライス加工する際に用いることが好適である。また、本発明粘質材用ミーリング工具としては、例えば、回転可能な工具本体の先端部に具える交換型の刃部などが挙げられる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明ミーリング工具において刃先稜線部付近における断面図である。工具1は、基材2上に複数の硬質被膜層3が形成されている。

【0041】基材2は、刃先部分である刃先稜線部4と、刃先稜線部4を挟んで水平方向に繋がるすくい面側の平滑面5、垂直方向に繋がる逃げ面側の平滑面6とを具える。刃先稜線部4には、切削の際における刃先のチップングなどを防止するためにエッジホーニングを施したチャンファーマーホーニング部を具える。本発明工具では、硬質被膜層3のうち、このチャンファーマーホーニング部の最外層が部分的に異なる。

【0042】なお、刃先稜線部4とすくい面側の平滑面5との境界部が刃先稜線部4のすくい面側境界部7であり、刃先稜線部4と逃げ面側の平滑面6との境界部が刃先稜線部4の逃げ面側境界部8である。また、本例においてチャンファーマーホーニング部は、すくい面側境界部7から逃げ面側境界部8までの領域である。

【0043】エッジホーニングには、すくい面側と逃げ

面側とを一定の角度で直線的に結んで設けたもの(図1、2参照)や、円弧状の丸ホーニング(図3参照)があり、少なくとも一方のエッジを丸ホーニングとした複合ホーニング(図4参照)としてもよい。このとき、各境界部7、8におけるチップングなどをより防止することができる。

【0044】硬質被膜層3は、基材2上に被膜材料をPVDやCVDにより蒸着させることで形成される。被膜層3は、内層にチタン化合物層3A、中間層に酸化アルミニウム層3B、外層にチタン化合物層又はジルコニウム化合物層3Cを具えることが最適である。

【0045】本発明は、このように基材2上に複数の硬質被膜層3を施した工具1を人工ブラシなどにより研磨することで、チャンファーマーホーニング部における硬質被膜層3の最外層を異ならせる。具体的には、図1に示すように、特に、チャンファーマーホーニング部において溶着や凝着が生じ易いすくい面側境界部7付近の第一領域7a及び逃げ面側境界部8付近の第二領域8aのチタン化合物層又はジルコニウム化合物層3Cを除去し、中間層として施した酸化アルミニウム層3Bを露出させ、この酸化アルミニウム層3Bを最外層とする。このとき、すくい面側境界部7を介して第一領域7aとすくい面側の平滑面5と繋がる領域7b、及び逃げ面側境界部8を介して第二領域8aと逃げ面側の平滑面6と繋がる領域8bも、第一、第二領域7a、8aと同様に最外層を酸化アルミニウム層3Bとすることが好ましい。また、摩耗が進行し易いチャンファーマーホーニング部の中央部4aは、チタン化合物層又はジルコニウム化合物層3Cを除去せず、そのままチタン化合物層又はジルコニウム化合物層3Cとする。

【0046】 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ などのチタン化合物又は $\text{ZrC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ などのジルコニウム化合物が最外層であると、一般に被削材の成分と反応して溶着を起こし易い。一方、酸化アルミニウムは、化学的に安定であり、被削材との溶着・凝着性が低い。そこで、本発明は、溶着や凝着が生じ易いすくい面側境界部7付近や逃げ面側境界部8付近の最外層を酸化アルミニウム層3Bとする。すくい面側境界部7付近として、すくい面境界部7を挟んでチャンファーマーホーニング部の第一領域7a及びすくい面側の平滑面5側の一部(領域7b)を含む。逃げ面側境界部8付近として、逃げ面側境界部8を挟んでチャンファーマーホーニング部の第二領域8a及び逃げ面側の平滑面6の一部(領域8b)を含む。

【0047】一方、 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ などのチタン化合物又は $\text{ZrC}_x\text{N}_y\text{O}_{1-x-y}$ などのジルコニウム化合物は、こすり摩耗に強いので、摩耗の生じ易いところに施す硬質被膜層として適する。そこで、本発明において摩耗が生じ易いチャンファーマーホーニング部の中央部4aは、ブラシなどで研磨せずチタン化合物層又はジルコニウム化合物層3Cを最外層とする。

【0048】上記構成を具える本発明粘質材用ミーリング工具1は、チャンファーマーホーニング部全域の最外層が

同一成分である従来のミーリング工具と比較して、フライス加工などの加工中の溶着や凝着を防止すると共に、摩耗を抑制する。そのため、従来よりも工具寿命をより長くすることができる。また、溶着や凝着などの防止により平滑な仕上げ面粗さが得られる。

【0049】(試験例1) 基材の材料粉末を配合し、ボールミルにより10時間湿式混合して乾燥した後、特定の形状の圧粉体にプレス成形した。本例では、型番SDKN42MTの形状の切削チップとした。次に、上記圧粉体を焼結炉内に挿入し1400Kの温度で1時間真空焼結を行った。その後、刃先部分にホーニング処理を施した。この基材上に通常のCVD法(従来と同様の所定の温度、ガス、圧力条件)により、複数の硬質被膜層を被覆した。この切削チップの刃先稜線部、すくい面側境界部付近や逃げ面側境界部付近に人工ブラシで研磨・ラッピング処理を施した。表1に各試料の基材及び硬質被膜層、表2に各試料においてチャンファークーニング部のa、b、c、dの関係及び最外層、表3に作製した表面削り用カッターの形態を示す。

【0050】(基材の原料粉末)

重量%

A TaC:3、NbN:1、TiC:2 Co:6 WC:88

B Co:10 WC:90

C TiCN:2、TaNbC:3 Co:8 WC:87

【0051】(チャンファークーニング部の幅及び角度)
すくい面境界部から逃げ面境界部間1(図2参照):0.20mm
ホーニング角度 θ (図2参照):すくい面に対して25°

【0052】(チャンファークーニング部における各領域の幅)

チャンファークーニング部:a

中央部:c

第一、第二領域:それぞれb、d

なお、各領域の幅は、硬質被膜層における幅とする。

【0053】(硬質被膜層の表面粗さ(Rmax))

チャンファークーニング部:0.1 μ m

すくい面側境界部からすくい面にかけて500 μ mの範囲:0.1 μ m

逃げ面側境界部から逃げ面にかけて200 μ mの範囲:0.1 μ m
但し、表面粗さ(Rmax)は、基準長さ5 μ mにおける最大高さとする。

【0054】表1において硬質被膜層とは、研磨・ラッ

ピング処理前の積層状態を示す。また、表1において、特に断りがない限りTiNは粒状組織、TiCNは、柱状晶組織であり、Al₂O₃は、 α 型酸化アルミニウムである。これらのことは、後述する他の試験例においても同様とする。

【0055】

【表1】

試料 No.	基 材	硬質被膜 (基材から近い順) μ m				
1-1	A	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiCN 1.0	
1-2	B	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-3	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-4	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-5	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-6	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-7	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiCN 1.0	
1-8	C	TiC 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-9	C	TiB 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-10	C	TiO 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-11	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiC 1.0	
1-12	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiO 1.0	
1-13	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	ZrC 1.0	
1-14	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	ZrN 1.0	
1-15	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	ZrO 1.0	
1-16	C	TiCN 10 Al ₂ O ₃ 3.0 TiN 1.0				
1-17	C	TiN 0.1	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-18	C	TiN 0.2	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-19	C	TiN 1.0	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-20	C	TiN 3.0	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-21	C	TiN 3.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-22	C	TiN* 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-23	C	TiN 0.5	TiCN 0.8	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-24	C	TiN 0.5	TiCN 1.0	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-25	C	TiN 0.5	TiCN 8.0	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-26	C	TiN 0.5	TiCN 18	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-27	C	TiN 0.5	TiCN 18.5	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-28	C	TiN 0.5	TiCN* 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0	
1-29	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 0.3	TiN 1.0	
1-30	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 0.5	TiN 1.0	
1-31	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 5.0	TiN 1.0	
1-32	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 15.0	TiN 1.0	
1-33	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 15.5	TiN 1.0	
1-34	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ * 3.0	TiN 1.0	
比較 例	1-1	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiCN 1.0
	1-2	C	TiN 0.5	TiCN 10	Al ₂ O ₃ 3.0	TiN 1.0
	1-3	C	TiN 0.5 TiCN 10 Al ₂ O ₃ 3.0			

TiN*: 粒状組織でないTiN

TiCN*: 柱状晶組織でないTiCN

Al₂O₃*: κ 型酸化アルミニウム

【0056】

【表2】

試料 No.	切削加工部における a, b, c, d の関係	切削加工部の 最外層
1-1	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiCN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-2	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-3	$b=0, d=1/3a, c=2/3a$	中央部、第二領域: TiN 第一領域: Al_2O_3
1-4	$b=1/3a, d=0, c=2/3a$	中央部、第一領域: TiN 第二領域: Al_2O_3
1-5	$b=c=1/20a, c/a=9/10$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-6	$b=c=9/20a, c/a=1/10$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-7	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiCN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-8	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-9	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-10	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-11	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiC 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-12	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiO 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-13	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: ZrC 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-14	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: ZrN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-15	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-16	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-17	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-18	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-19	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-20	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-21	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-22	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-23	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-24	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-25	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-26	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-27	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-28	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-29	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-30	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-31	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-32	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-33	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: Al_2O_3
1-34	$b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: TiN 第一及び第二領域: $Al_2O_3^*$
比較 例	1-1 $b=d=0, c=a$	中央部、第一及び第二領域: TiCN
	1-2 $b=d=0, c=a$	中央部、第一及び第二領域: Al_2O_3
	1-3 $b=d=1/3a, c/a=1/3$	中央部: Al_2O_3 第一及び第二領域: TiCN

$Al_2O_3^*$: κ 型酸化アルミニウム

【0057】

* * 【表3】

本体		FPG4160R
アプローチ角		45°
すくい角	AR	+15°
	RR	-4°
刃数		8

FPG4160R: 住友電気工業株式会社製

【0058】 上記各試料を用いて以下の条件でフライス加工を行い、カッターに取り付けた試料1個に溶着や凝着が生じるまでの被削量及び溶着や凝着が生じた際の摩耗量を測定した。表4に試験に被削材(焼入れ前のもの)及び試験条件を示す。被削量の評価は、被削材(300mm×100mm)を1枚スライスした切削量(切削長)を1パスとした。その結果を表5に示す。

【0059】

【表4】

被削材	SKD11 300mm×100mmのブロック $H_c=25$
速度 V m/min	V=100
一刃あたりの送り量 f mm/刃	f=0.15
切り込み量 d mm	d=1.5
切削方式	乾式

【表5】

試料 No.	切削長 パス	摩耗量 mm	
実施例	1-1	10	0.13
	1-2	10	0.15
	1-3	8	0.24
	1-4	8	0.23
	1-5	7	0.21
	1-6	8	0.29
	1-7	10	0.11
	1-8	10	0.17
	1-9	10	0.16
	1-10	10	0.12
	1-11	10	0.12
	1-12	10	0.10
	1-13	10	0.18
	1-14	10	0.17
	1-15	10	0.15
	1-16	7	0.25
	1-17	8	0.27
	1-18	10	0.11
	1-19	10	0.09
	1-20	10	0.18
	1-21	8	0.28
	1-22	8	0.26
	1-23	8	0.29
	1-24	10	0.13
	1-25	10	0.14
	1-26	10	0.10
	1-27	8	0.25
	1-28	8	0.21
	1-29	7	0.26
	1-30	10	0.18
	1-31	10	0.10
	1-32	10	0.12
	1-33	8	0.26
	1-34	8	0.26
比較例	1-1	5	0.51
	1-2	6	0.59
	1-3	4	0.60

【0061】表5に示すように、硬質被膜層のうち、チャンファーマーニング部の最外層が異なる実施例1-1～1-34は、7～10パスという優れた耐溶着性、耐凝着性を示すと共に、0.30mm未満という優れた耐摩耗性を示す。特に、実施例1-1、1-2、1-7～1-15、1-18～1-20、1-24～1-26、1-30～1-32は、切削長10パス、摩耗量0.20mm以下であり、極めて優れていた。また、これら実施例1-1、1-2、1-7～1-15、1-18～1-20、1-24～1-26、1-30～1-32は、特に高精度の仕上げ面粗さを得ることができた。

【0062】なお、実施例1-1、1-2、1-7～1-15、1-18～1-20、1-24～1-26、1-30～1-32において、すくい面側境界部を介して第一領域とすくい面側の平滑面と繋がる領域7b(図1参照)、及び逃げ面側境界部を介して第二領域と逃げ面側の平滑面と繋がる領域8b(同)の最外層が Al_2O_3 である場合、より耐溶着性、耐凝着性に優れることが確認できた。このとき、領域7bの範囲は、すくい面境界部からすくい面側の平滑面に向かって0.5mm以下、領域8bの範囲は、逃げ面境界部から逃げ面側の平滑面に向かって0.1mm以下であった。

【0063】第一又は第二領域のいずれかのみ最外層が Al_2O_3 である実施例1-3、1-4は、8パス目を切削し始め

ですぐにすくい面側境界部付近又は逃げ面側境界部付近において溶着や凝着が生じていることが確認された。中央部が比較的大きく第一及び第二領域が比較的小さい実施例1-5は、最外層が Al_2O_3 である範囲が狭いことで、実施例の中で比較的溶着や凝着が生じ易かったが、摩耗は少なかった。中央部が比較的小さく第一及び第二領域が比較的大きい実施例1-6は、8パス目を切削し始めて半ばまで溶着や凝着が生じなかったが、摩耗は多いほうであった。これらのことからチャンファーマーニング部において中央部の幅cは、 $1/3a$ 程度が適することが分かる。更に、中央部の幅cを変えて調べると幅cは、 $1/3a \sim 3/5a$ が最適であることが確認できた。

【0064】最内層のTiNの厚さを変えた実施例1-17～1-21において、厚さ $0.1\mu m$ である実施例1-17は、切削するに従って摩耗が進行することが確認された。また、厚さ $3.5\mu m$ である実施例1-21は、実施例の中で摩耗が多いほうであった。これらのことから、最内層の厚さは、 $0.2 \sim 3.0\mu m$ が特に適することが分かる。更に、TiNが粒状組織でない実施例1-22は、被膜層と基材との密着強度が比較的低く、実施例1-18～1-20に比べて性能が劣った。このことから、最内層のTiNは、粒状組織が好ましいことが分かる。

【0065】内層のTiCNの厚さを変えた実施例1-23～1-27において、厚さ $0.8\mu m$ である実施例1-23は、実施例の中で摩耗が多いほうであった。また、厚さが $18.5\mu m$ である実施例1-27は、膜強度が比較的低く摩耗が多くなった。これらのことから、内層のTiCNは、 $1.0 \sim 18.0\mu m$ が特に適することが分かる。更に、TiCNが柱状晶組織でない実施例1-28は、膜の強度が比較的低く、実施例1-24～1-26に比べて性能が劣った。このことから、内層のTiCNは、柱状晶組織が好ましいことが分かる。

【0066】中間層の Al_2O_3 の厚さを変えた実施例1-29～1-33において、厚さ $0.3、15.5\mu m$ である実施例1-29、1-33は、膜強度が比較的低く摩耗が多くなった。従って、中間層の Al_2O_3 は、 $0.5 \sim 15.0\mu m$ が特に適することが分かる。更に、 Al_2O_3 が α 型でない(κ 型酸化アルミニウム)実施例1-34は、 α 型酸化アルミニウムを被覆した実施例1-7などよりも膜強度が比較的低く、摩耗が多くなった。このことから、中間層の酸化アルミニウムは、 α 型が好ましいことが分かる。

【0067】内層をTiCNのみとした実施例1-16は、最内側から順にTiN、TiCNを被覆した実施例1-7などよりも密着強度が比較的低く、摩耗が多くみられた。このことから、内層は、最内側から順にTiN層、TiCN層を具えることが特に好ましいことが分かる。

【0068】一方、実施例と同様に基材に硬質被膜を被覆後、チャンファーマーニング部に研磨処理などを施していない比較例1-1は、チャンファーマーニング部の最外層がTiCNOであるため、5パスで溶着が生じた。実施例と同様に基材に硬質被膜を被覆後、チャンファーマーニ

ング部において最外層のTiNを研磨処理して除去し、研磨後のチャンファーマーニング部全域の最外層を Al_2O_3 とした比較例1-2は、6パスまで溶着が生じなかったが、摩耗が多くみられた。硬質被膜層を基材から近い順にTiN、TiCN、 Al_2O_3 とし、チャンファーマーニング部を研磨処理して中央部の最外層を Al_2O_3 、第一及び第二領域の最外層をTiCNとした比較例1-3は、耐溶着性、耐摩耗性の双方とも非常に悪かった。これら比較例1-1~1-3はいずれも高精度な仕上げ面粗さは得られなかった。

【0069】(試験例2)上記試験例1で用いた実施例1-1、1-2、1-7、比較例1-1、1-3を用いて、被削材のロックウェル硬さ($HRC=20, 35, 40, 45$)を変えて、試験例1と同様にカッターに取り付けた試料1個に溶着や凝着が生じるまでの被削量及び溶着や凝着が生じた際の摩耗量を調べてみた。その結果、いずれの実施例1-1、1-2、1-7も、 $HRC=40, 45$ の被削材では、切削が進むにつれて膜のチッピングが生じ、高精度な仕上げ面粗さを得ることができにくかった。一方、 $HRC=20, 35$ の被削材では、いずれの実施例1-1、1-2、1-7も切削長9パス以上、摩耗量 $0.20mm$ 以下であり、良好な耐溶着性及び耐凝着性、及び耐摩耗性を有することが確認できた。このことから、本*

* 願発明ミーリング工具は、ロックウェル硬さ $HRC=40$ 未満の比較的低硬度の材料をフライス加工する際に用いることが好ましいことが分かる。これに対し、比較例1-1は、いずれの被削材に対しても、切削長5パス、摩耗量 $0.50mm$ 以上であり、高精度な仕上げ面粗さが得られなかった。比較例1-3は、特に $HRC=35, 20$ の被削材において、耐溶着性及び耐凝着性、耐摩耗性の双方とも非常に悪く、高精度な仕上げ面粗さが得られなかった。このことから、比較例1-3は、粘質材の加工に適していないことが分かる。

【0070】(試験例3)

(1) 上記試験例1で用いた実施例1-7を用いて、硬質被膜層のうち、チャンファーマーニング部及び刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけての領域において表面粗さを変えて摩耗量を調べてみた。試験は、試験例1と同様に行った。表面粗さは、ブラシによる研磨を施すことによって変化させた。なお、表面粗さ(R_{max})は、基準長さ $5\mu m$ における最大高さで表す。その結果を表6に示す。

【0071】

【表6】

		硬質被膜層のうち、 チャンファーマーニング部の表面粗さ		
		$(R_{max}) \mu m$		
		0.15	0.20	0.25
表面粗さ $0.1 \mu m$ である刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけての領域の範囲 (μm)	100	0.25	0.27	0.38
	180	0.20	0.22	0.34
	200	0.18	0.20	0.32
	400	0.14	0.15	0.29
	500	0.10	0.11	0.28
	700	0.08	0.09	0.25

【0072】表6に示すように、硬質被膜のうち、チャンファーマーニング部の表面粗さが小さいほど摩耗が小さいことが分かる。特に、表面粗さ(R_{max})が $0.20 \mu m$ 以下であると、摩耗が $0.30mm$ 未満となって、耐摩耗性に優れることが分かる。また、刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけての領域は、範囲が大きいほど摩耗が小さいことが分かる。特に、表面粗さ(R_{max})が $0.20 \mu m$ 以下で、上記領域が $200 \mu m$ 以上であると、摩耗が $0.20mm$ 以下となり、更に、同 $500 \mu m$ 以上であると摩耗が $0.15mm$ 以下となって、耐摩耗性に極めて優れることが分かる。併せて、チャンファーマーニング部の表面粗さを $0.10 \mu m$ として、刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけての領域における表面粗さ(R_{max})を変えて摩耗を調べてみた。すると、表面粗さ(R_{max})が $0.20 \mu m$ 以下であると、摩耗が $0.40mm$ 未満であり、更に、上記領域

の表面粗さ(R_{max})が $0.20 \mu m$ 以下の範囲が $200 \mu m$ 以上であると、摩耗が $0.20mm$ 以下となって、特に優れていることが確認できた。このことから、チャンファーマーニング部と、刃先稜線部のすくい面側境界部からすくい面にかけて $200 \mu m$ 以上の範囲は、表面粗さ(R_{max})が $0.20 \mu m$ 以下であることが好ましいことが分かる。

【0073】(2) 上記試験例1で用いた実施例1-7を用いて、硬質被膜層のうち、チャンファーマーニング部及び刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけての領域において、表面粗さを変えてマイクロチッピングの有無を調べてみた。試験は、試験例1と同様に行った。その結果を表7に示す。

【0074】

【表7】

		硬質被膜層のうち、 チャンファーホーニング部の表面粗さ		
		(Rmax) μm		
		0.15	0.20	0.25
表面粗さ $0.1\mu\text{m}$ である刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけての領域の範囲 (μm)	10	○	○	△
	30	○	○	△
	50	○	○	○
	100	○	○	○
	200	○	○	○
	300	○	○	○

○：マイクロチップなし ○：極一部にマイクロチップあり △：一部にマイクロチップあり

【0075】表7に示すように、硬質被膜層のうち、チャンファーホーニング部の表面粗さが小さいほどマイクロチップが少なくなることが分かる。特に、表面粗さ(Rmax)が $0.20\mu\text{m}$ 以下であると、マイクロチップがほとんどみられず、異常摩耗が生じにくいことが分かる。また、刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけての領域は、範囲が大きいほどマイクロチップが少なくなることが分かる。特に、表面粗さ(Rmax)が $0.20\mu\text{m}$ 以下で上記領域が $50\mu\text{m}$ 以上であると、マイクロチップは全くみられなかった。併せて、刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけての領域における表面粗さを変えてマイクロチップの有無を調べてみた。すると、表面粗さ(Rmax)が $0.20\mu\text{m}$ 以下であると、マイクロチップの発生がほとんどなく、更に上記領域の表面粗さ*

10*(Rmax)が $0.20\mu\text{m}$ 以下である範囲が $50\mu\text{m}$ 以上であると、マイクロチップがなく、特に優れていることが確認できた。このことから、チャンファーホーニング部と、刃先稜線部の逃げ面側境界部から逃げ面にかけて $50\mu\text{m}$ 以上の範囲は、表面粗さ(Rmax)が $0.20\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいことが分かる。

【0076】(試験例4)上記試験例1で用いた実施例1-7において、すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面に施される硬質被膜層の合計の厚さを変えて、溶着や凝着が生じるまでの被削量及び溶着や凝着が生じた際の摩耗を測定した。試験は、試験例1と同様に行った。その結果を表8に示す。

【0077】

【表8】

試料 No.	硬質被膜層 (基材から近い順) μm				合計の厚さ μm	切削長 パス	摩耗量 mm
4-1	TiN 0.2	TiCN 1.0	Al ₂ O ₃ 0.5	TiCNO 0.1	1.8	9	0.38
4-2	TiN 0.2	TiCN 1.0	Al ₂ O ₃ 0.5	TiCNO 0.3	2.0	10	0.18
4-3	TiN 0.5	TiCN 5.5	Al ₂ O ₃ 3.0	TiCNO 1.0	10.0	10	0.16
4-4	TiN 1.0	TiCN 12	Al ₂ O ₃ 6.0	TiCNO 1.0	20.0	10	0.12
4-5	TiN 1.0	TiCN 12	Al ₂ O ₃ 6.0	TiCNO 2.0	21.0	7	0.32

【0078】表8に示すように、すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面に施される硬質被膜層の合計の厚さが $2.0\sim 20\mu\text{m}$ である試料4-2～4-4は、耐溶着性及び耐凝着性、及び耐摩耗性の双方に優れることが分かる。これに対し、すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面に施される硬質被膜層の合計の厚さが $2.0\mu\text{m}$ 未満である試料4-1は、 $2.0\mu\text{m}$ 以上の試料4-2～4-4に比べて摩耗が多かった。また、すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面に施される硬質被膜層の合計の厚さが $20\mu\text{m}$ を超える試料4-5は、 $20\mu\text{m}$ 以下の試料4-2～4-4に比べて切削長が少なかった。なお、すくい面側の平滑面及び逃げ面側の平滑面の少なくとも一方に施される硬質被膜層の合計の厚さ

30 が $2.0\sim 20\mu\text{m}$ であれば、耐溶着性及び耐摩耗性の双方に優れることが確認された。

【0079】(試験例5)上記試験例1で用いた実施例1-7を用いて、チャンファーホーニング部の幅及びホーニング角度を変えて溶着や凝着が生じるまでの被削量を測定した。試験は、試験例1と同様に行った。なお、チャンファーホーニング部の幅とは、図2に示すすくい面側境界部から逃げ面側境界部間の幅Wである。ホーニング角度とは、図2に示すすくい面に対する角度 θ である。その結果を表9に示す。

【0080】

【表9】

試料 No.	幅 mm	角度 °	切削長 パス
5-1	0.03	3	7
5-2	0.03	10	8
5-3	0.03	45	8
5-4	0.05	5	10
5-5	0.10	3	8
5-6	0.10	10	10
5-7	0.10	45	8
5-8	0.50	40	10
5-9	0.55	3	8
5-10	0.55	10	8
5-11	0.55	45	7

【0081】表9に示すように、幅Wが0.05～0.5mm、ホーニング角度が5～40°である試料5-4、5-6、5-8は、切削量が10パスと耐溶着性、耐凝着性に優れていることが分かる。これに対し、幅Wが0.05mm未満、0.5mm超、ホーニング角度が5°未満、40°超のいずれかを満たす試料5-1～5-3、5-5、5-7、5-9～5-11は、切削量が7～8パスと試料5-4、5-6、5-8に比べて切削量が少なかった。このことから、チャンファーホーニング部の幅は0.05～0.5mm、ホーニング角度は5～45°が好ましいことが分かる。

【0082】上記試験例5において、更に、すくい面側又は逃げ面側の一方のエッジを円弧状とした複合ホーニングとすると、上記の結果より切削量が多く12パスとなった。また、すくい面側及び逃げ面側の両方のエッジを円弧状とした複合ホーニングとすると、切削量が14パスとなって、より耐溶着性、耐凝着性に優れることが確認できた。

【0083】

【発明の効果】以上、説明したように本発明粘質材用ミーリング工具によれば、硬質被膜層のうち、チャンファーホーニング部の最外層を部分的に異ならせることで、耐溶着性、耐凝着性、及び耐摩耗性との双方に優れるという特有の効果を奏す。特に本発明は、ロックウェル硬さHRC=40未満の比較的低硬度の焼入れ前の金型鋼など

20 をフライス加工する際において、長期に亘って優れた工具性能を呈することができる。また本発明は、溶着や凝着を防止すると共に摩耗の進行も防止することから、高精度の仕上げ面粗さを得ることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明ミーリング工具において刃先稜線部付近における断面図である。

【図2】エッジホーニングにおいて、角度ホーニングを示す断面図である。

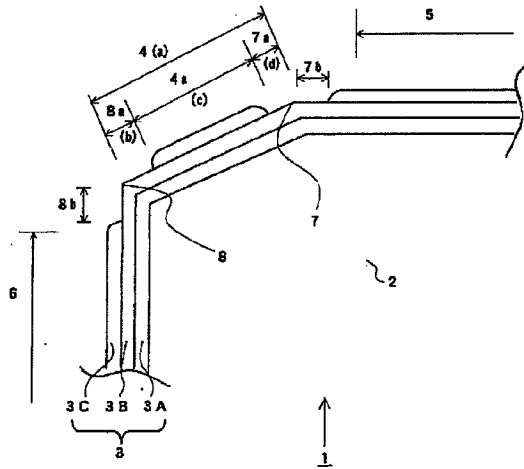
【図3】エッジホーニングにおいて、丸ホーニングを示す断面図である。

【図4】エッジホーニングにおいて、複合ホーニングを示す断面図である。

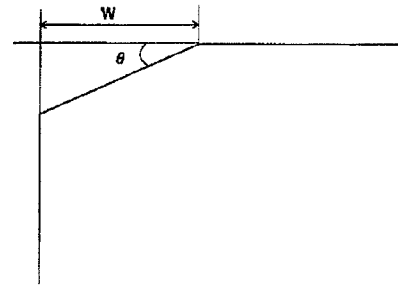
【符号の説明】

- 1 ミーリング工具 2 基材 3 硬質被膜層 4 刃先稜線部
5 すくい面側の平滑面 6 逃げ面側の平滑面
7 すくい面側境界部 7a 第一領域 7b、8b 領域 8 逃げ面側境界部
8a 第二領域
40 W チャンファーホーニング部の幅 θ ホーニング角度

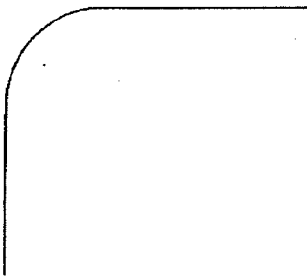
【図1】



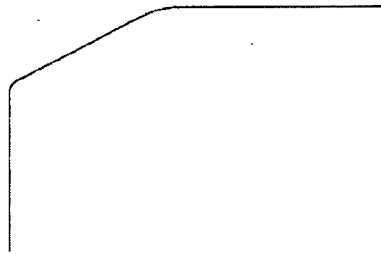
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C046 CC03 FF10 FF11 FF17 FF25
 4K029 AA02 AA04 BA44 BA54 BB02
 BB07 BD05
 4K030 BA18 BA22 BA41 BA43 BB01
 BB13 CA03 LA22